

مزایا و معایب لوله با پوششهای گالوانیزه نسبت به دیگر لوله ها در

صنعت

مبحث کنترل خوردگی از گذشته مورد توجه بوده و تاکنون روشهای متفاوتی برای جلوگیری از آن ارائه گردیده که در این میان با ساخت لوله های جدید یا روشهای پوشش دهی نوین (همچون پوشش دهی بارنگها و پلاستیکها و نیز پوششهای حفاظتی) سعی شده است که هر چه بهتر از سطوح لوله محافظت به عمل آید، که این تولیدات در شرایط مختلف دارای مزایا و معایبی می باشند. این گزینه بر آن است که یکی از پوشش دهی های بسیار مرسوم به نام گالوانیزه را که از حدود پنجاه سال پیش وارد صنعت ایران شده و هنوز جایگاه خود را در این وادی حفظ کرده است، تحت بررسی قرار داده و مزایا و معایب آن را در مقایسه دیگر طرق نوین ساخت و پوشش دهی لوله های صنعتی که در دهه اخیر بسیار به چشم می خورد، بر شمارد. راه های مختلفی برای محاسبه منافع و مضرات روش های مختلف حفاظت از خوردگی وجود دارد، که از مرسومترین آنها می توان به محاسبه (Net present value) N.P.V برای هر کدام از طرق حفاظتی اشاره کرد، که در این تحقیق از این مهم نیز استفاده شده است.

در انتها نشان خواهیم داد که در برخی شرایط همچنان لوله هایی با پوشش گالوانیزه به عنوان بهترین گزینه در صنعت مطرح می باشند.

کلمات کلیدی: پوشش دهی، لوله، گالوانیزه، N.P.V، حفاظت، هزینه

مقدمه:

کنترل خوردگی به عنوان یکی از مباحث مهم همیشه در موازات صنعت گام برداشته و تاکنون روشهای متفاوتی برای جلوگیری با آن ارائه گردیده که دربرخی مواقع طرق پوشش دهی فلز (همچون پوشش دهی بارنگها و پلاستیکها و نیز پوششهای حفاظتی) نسبت به سایر طرق خود را برتر نشان داده اند و در مواقعی پوششهایی که از روش آبکاری ایجاد می گردند، به علت کارایی و راندمان بیشتر ارجح شناخته شده اند. بالفعل در پروژه های صنعتی همچون نفت و گاز و پتروشیمی، انواع لوله ها با جنس ها و پوششهای متفاوت و بنا بر شرایط مختلف مورد استفاده قرار می گیرند، پر واضح است که هر یک از این سیستمهای پوششی دارای مزایا و محدودیتهای خاص خود بوده که در بسیاری از حالات باعث ترجیح یکی بر دیگری می گردد. میزان فشار، دما، خواص فیزیکی سیال و خواص محیطی از جمله مواردی هستند که منجر به انتخاب جنس لوله و نیز نوع پوشش آن میشوند و در شرایط خاصی از مشخصات مذکور، طبقه لوله های فلزی از قبیل _ فولاد های زنگ نزن و فولادهای گالوانیز و لوله های فولادی با پوششی از انواع رنگها _ انتخاب شده، که در این گزیده بررسی خواهند شد.

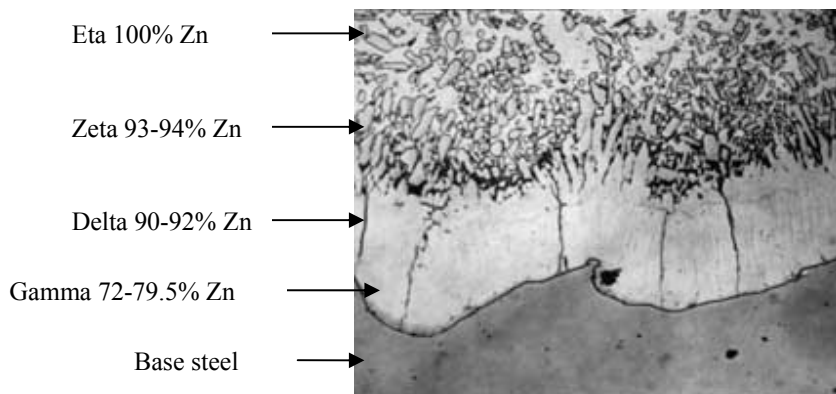
از دیر باز و در پروژه های صنعتی کیفیت و هزینه تمام شده در مقابل یکدیگر قرار می گیرند به نحوی که چنانچه بخواهیم یکی را بارز کنیم دیگری را بالاجبار فنا خواهیم کرد، لذا همیشه می بایست به نحوی عمل گردد که نقطه ای بهینه با بهترین شرایط برای هر دو پارامتر مذکور اجرایی شود. در این مقاله، ابتدا به معرفی این دسته از روشهای پوشش دهی پرداخته و سپس با بررسی بعضی از فاکتورهای مطروحه، آنها با یکدیگر قیاس خواهند شد.

گالوانیزه:

گالوانیزاسیون عبارت است از ایجاد پوشش فلز روی، بر روی فلز پایه آسب پذیری که مصرف و کاربرد صنعتی دارد (آهن و فولاد)، ضخامت این پوشش از ۱۵ میکرون به بالا بسته به نوع مصرف می تواند مورد استفاده قرار بگیرد، تاریخچه صنعت گالوانیزه به سال ۱۸۹۰ در آمریکای شمالی برمی گردد.

پوشش گالوانیزه متشکل از لایه روی واکنش داده شده با ترکیبات آهن است که پوشش بیرونی از جنس مشابه ترکیب وان گالوانیزاسیون می باشد و در خلال عملیات گالوانیزه واکنشهای متالورژیکی پیچیده ای اتفاق می افتد که حاصل آن ایجاد لایه هایی از آلیاژهای مختلف آهن - روی است. این لایه ها شامل مقادیر مختلفی از آهن و روی می باشند که مقدار آنها به فاصله از فولاد پایه بستگی دارد. لایه های نزدیکتر به فولاد پایه دارای آهن بیشتر و روی کمتری نسبت به لایه های بعدی می باشند. شکل زیر نمایی عمومی از این لایه ها را نشان می دهد. رشد لایه های

آلیاژی با رسیدن دمای فولاد به دمای وان کم کم متوقف می گردد . هنگامی که قطعه از وان خارج می شود یک لایه روی خالص تشکیل شده که ظاهری براق و نقره ای ایجاد خواهد کرد .



شکل (۱) ساختار آلیاژی تشکیل شده در گالوانیزه گرم

سایر پوششها:

در این مقاله سایر پوششهایی را که با گالوانیزه قابلیت قیاس دارند به سه دسته کلی رنگهای با عمر کوتاه، عمر متوسط، عمر طولانی تقسیم کرده که توضیحات آنها در ادامه به شکل مشروح آورده شده است، آنچه که بیشتر می بایست مد نظر قرار بگیرد، فاکتورهای تعیین کننده چون سایز لوله، نحوه آماده سازی سطح، نوع پوشش، عمر آن، شرایط محیطی از لحاظ رطوبت و دما، هزینه تمام شده و کیفیت کلی و... می باشد، که در زیر موارد کلیدی از آنها جدا گردیده و بررسی خواهند شد.

مقایسه پوششهای گالوانیزه و رنگها:

(۱) هزینه اولیه :

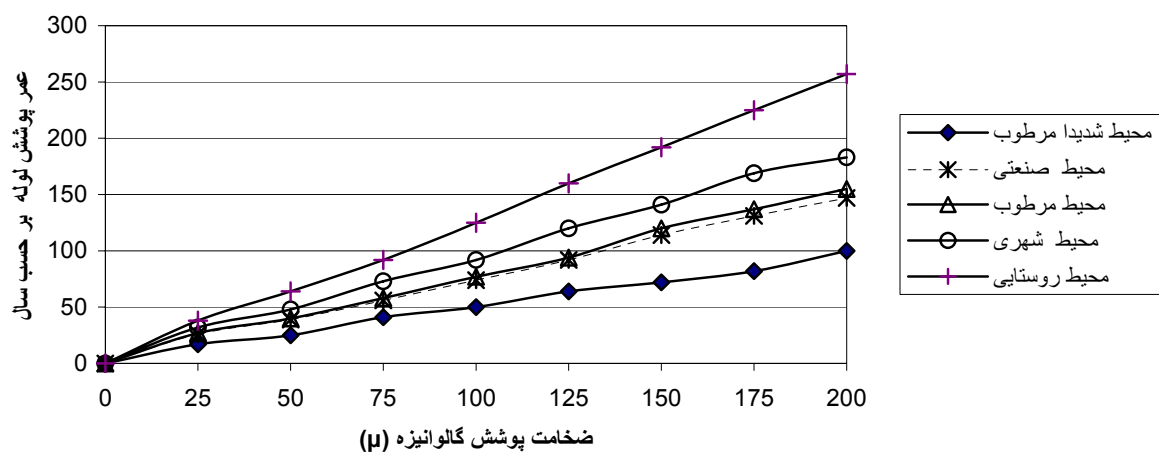
هزینه اولیه پوششهای گالوانیزه معمولا کمتر از دیگر روشهای حفاظتی و پوشش دهی می باشد، باید در نظر داشت در پوششهایی مانند رنگ که در نگاه اولیه شاید هزینه های کمتری بر آن متصور می شویم، می بایست هزینه های پرسنلی برای رنگ آمیزی در قیاس با عملیات کارخانه ای مانند گالوانیزاسیون را به آن اضافه نمود. اگر بخواهیم به صورت درصدی این مقدار را مشخص کنیم سهم نیروی انسانی برای رنگ آمیزی ۶۰٪ در قبال ۳۰٪ برای گالوانیزاسیون می باشد.

(۲) بررسی تعمیرات و هزینه های جاری:

حتی در مواردی که هزینه های اولیه گالوانیزاسیون بیشتر از سایر پوشش دهی ها باشد، هزینه های لوله هایی با این نوع پوشش در طول زمان به طور تقریبا ثابت باقی می ماند، چون نیاز به تعمیرات کمتری خواهند داشت، البته نوع رنگ مورد استفاده نیز پارامتر بسیار مهمی در میزان هزینه های جاری می باشد.

۳) عمر پوشش لوله:

عمر پیش بینی شده برای لوله هایی که با گالوانیزه پوشش داده می شوند بیشتر از پنجاه سال بوده، و عمر پوشش لوله هایی رنگ آمیزی شده بنا بر نوع رنگ بین ۲ تا ۱۱ سال متغیر می باشد، در شکل (۲) عمر پوششهای گالوانیزه با ضخامتهای متفاوت و در محیطهای مختلف نشان داده شده است.



شکل (۲) پیش بینی عمر پوشش بر اساس ضخامت های مختلف

۴) استحکام پوشش:

پوششهای گالوانیزه به علت داشتن ساختار واحد متالورژی که کاملاً مقاوم به تنش های مکانیکی ناشی از حمل و نقل و نصب و نیز آسیبهای احتمالی در زمان عملیات می باشد، از استحکام بیشتری نسبت به دیگر طرق برخوردار بوده البته لازم به ذکر است که این پارامتر کاملاً به شرایط محیطی وابسته بوده و محیط های خاص مطمئناً تجویز مخصوص خود را طلب خواهند کرد که به عنوان مثال رنگی با پایه رزینی توصیه شده، بهترین استحکام را ایجاد خواهد کرد، لذا مبحث فعلی شرایطی متعادل و یکسان را تحت بررسی قرار می دهد..

۵) حفاظت خودبخودی از قسمتهای آسیب دیده:

در لوله های گالوانیزه، قسمتهای آسیب دیده جزئی، از سطح یک لوله تشکیل کاتد می دهد که در طی عملیات این قسمتها به علت تشکیل یک پیل گالوانیکی، از پوشش روی به عنوان آند استفاده کرده و از آسیب رسیدن به بخشهای خراش برداشته جلوگیری می کند، ولی سایر اقسام پوشش دهی دارای این قابلیت نمی باشند..

۶) حفاظت کامل:

تمام قسمتهای یک لوله به خصوص در بخشهای اتصال دهنده که احتمالا امکان وجود نقاط فرو رفته یا قسمتهای برآمده و سطوح عریان بوده، که آن قسمتها شانس پوشش دهی نداشته و از همین نوع حفاظت گالوانیکی برخوردار خواهند بود، در صورتی که سایر پوششها توانایی برطرف نمودن این مشکل را ندارند.

۷) سهولت در بازرسی:

سطوح لوله ها با هر دو پوشش گالوانیزه و رنگ به راحتی با چشم غیر مسلح قابل واریسی و تشخیص می باشند.

۸) مدت زمان نصب:

زمانی که لوله هایی با پوشش گالوانیزاسیون وارد سایت شده، به صورت مستقیم قابلیت نصب را دارا می باشند و مانند سایر لوله ها که با دیگر انواع پوشش دهی مانند رنگ و یا پوششهای غیر اندود، نیاز به آماده سازی اولیه سطوح نخواهند داشت. مثلا برای یک پوشش رنگ چهار لایه حداقل به زمانی در حدود یک هفته نیاز می باشد و این در صورتی است که شرایط جوی این اجازه را بدهد، ولی لوله های گالوانیزه در بدو ورود به سایت و مستقل از شرایط جوی قابلیت نصب را دارا می باشند.

:(Net present value) N.P.V

در صنعت کنونی، اکثرا نوع پوشش دهی ها براساس قیمت تمام شده و شرایطی که قطعه می خواهد در آن قرار بگیرد، تعیین می گردد. آنچه که تجربه و علم ثابت کرده پوشش های گالوانیزه به علت خواصشان می توانند بسیار کارآمد باشند.

اما اگر بخواهیم از لحاظ اقتصادی به این مهم بنگریم، راه های مختلفی برای قیاس حفاظت از خوردگی وجود دارد، که مرسومترین آنها محاسبه (Net present value) N.P.V می باشد. این شیوه محاسباتی در برگیرنده قیمت اولیه حفاظت، هزینه های تعمیر و نگهداری، عمر قطعه و نرخ تورم است.

$$NPV = I + \frac{M_1}{(1+r)^{P_1}} + \frac{M_2}{(1+r)^{P_2}} + etc$$

که در آن

I: قیمت اولیه سیستم حفاظتی
 M_1 : قیمت تعمیر و نگهداری در سال P_1 ام
 M_2 : قیمت تعمیر و نگهداری در سال P_2 ام
 R: نرخ تورم

مورد مطالعاتی:

با توجه به اینکه در صنایع مختلف مبنای محاسباتی عمر مفید تجهیزات ۲۵ سال تعریف شده و نرخ ۱۱٪ در نظر گرفته می شود.

حال چهار سیستم مختلف مرسوم حفاظتی را که قابلیت قیاس با یکدیگر را دارند از لحاظ نرخ NPV مورد بررسی قرار می دهیم:

- گالوانیزه (Hot dip Galvanized):

روش غوطه وری گرم بنا بر استاندارد BS729 با حداقل ضخامت پوشش دهی ۸۵ میکرومتر بر روی فولاد مبنای محاسبات قرار گرفته. عمر متوسطی که برای یک چنین لوله ای در این استاندارد ذکر شده بیشتر از ۵۰ سال است و برای پروژه با عمر ۲۵ سال بدون اینکه نیاز به تعمیر داشته باشد بسیار مناسب است و اگر بنا بر واحد عمل کنیم NPV این پوشش دهی ۱۰۰ در نظر گرفته می شود و دقیقاً برابر با هزینه اولیه می باشد چونکه هزینه تعمیر ندارد.

$$NPV = 100$$

- پوشش رنگ کوتاه مدت (Low term protection coating):

رنگ هایی با عمر کوتاه که بنا بر استانداردها در حدود ۲ الی ۳ سال بوده و برای ۲۵ سال می بایست ۸ بار رنگ آمیزی شود، که هزینه اولیه آن ۵۵ واحد بوده و هزینه تعمیر مجدد آن ۳۰ و هزینه سومین بار به علت برداشتن پوشش اولیه ۵۵ واحد و با همین روند ادامه خواهد داشت، نرخ $NPV \approx 156$ می باشد.

$$NPV = 55 + 21.93 + 29.4 + 11.73 + 15.72 + 6.27 + 8.4 + 3.35 + 4.5 = 156.3$$

- پوشش رنگ معمولی (Medium term protection coating):

سیستم پوشش دهی که ابتدا می بایست سطوح تمیز شده و به آنها رنگ اولیه زده می شود و در انتها رنگ اصلی بر روی آن می نشیند عمر مفیدی حدود ۵ سال دارد و بعد از آن می بایست تکرار شود که براین اساس برای ۲۵ سال ۵

بار تکرار می گردد. هزینه اولیه حدود ۷۵ واحد هزینه بار دوم ۳۷/۵ واحد و هزینه سومین بار به علت برداشتن پوشش اولیه ۷۵ واحد و با همین روند ادامه خواهد داشت، که در این صورت $NPV \approx 153$ می باشد.

$$NPV = 75 + 44.51 + 13.21 + 15.67 + 4.65 = 153.07$$

- پوشش رنگ مرغوب (Long term protection coating):

سیستم پوشش با رنگ مرغوب (superior paint) که ابتدا سطح بوسیله ماسه یا فشار آب کاملاً تمیز شده و روی آن سه بار پوشش دهی می شود. عمر مفید این سیستم بنا بر استانداردها ۱۱ سال بوده و برای ۲۵ سال می بایست دو بار رنگ آمیزی شود، که هزینه اولیه آن ۱۳۵ واحد بوده و هزینه تعمیر مجدد آن ۶۷/۵ و نرخ $NPV = 156$ می باشد.

$$NPV = 135 + 21.41 = 156.41$$

- دیگر پوششهای قابل مقایسه:

از دیگر پوششهایی که در شرایطی مشابه قابلیت قیاس با گالوانیزاسیون را دارند، می توان پوششهایی مانند Latex را نام برد، که با عمری در حدود ۱۵ سال و هزینه اولیه ای معادل ۱۱۷ دارای $NPV = 189$ می باشد. اگر بخواهیم در یک نگاه نرخ NPV را برای پوششهای مطروحه مشاهده کنیم، می توان به جدول زیر مراجعه کرد:

نوع پوشش	سالها									
	۰	۳	۶	۹-۱۰	۱۲	۱۵	۱۸	۲۰-۲۱	۲۴	جمع
Hot dip Galvanized	۱۰۰	-	-	-	-	-	-	-	-	۱۰۰
Low term protection coating	۵۵	۲۱/۹	۲۹/۴	۱۱/۷	۱۵/۷	۶/۳	۸/۴	۳/۳	۴/۵	۱۵۶/۳
Medium term protection coating	۷۵	-	۴۴/۵	۱۳/۲	-	۱۵/۷	-	۴/۶	-	۱۵۳/۰۷
Long term protection coating	۱۳۵	-	-	-	۲۱/۴	-	-	-	-	۱۵۶/۴
Latex	۱۱۷	-	-	-	-	۷۲/۶	-	-	-	۱۸۹

جدول (۱) قیاس مقدار NPV برای پوششهای مختلف در یک نگاه

نتیجه گیری:

با توجه به مباحث مذکور با در نظر گرفتن همان مدت زمان ۲۵ سال برای پروژه ها، قیمت سایر حفاظت‌های سطحی تقریباً بین ۱۵۰٪ تا ۱۹۰٪ بیشتر از قیمت گالوانیزه تمام خواهد شد. پر واضح است که این محاسبات خود نشان دهنده آن است که گالوانیزه هیچ رقیب جدی برای پوشش دهی هایی که برای مدت زمانهای طولانی در نظر گرفته می شود و نگاهی به آینده داشته باشند ندارد. ولی همیشه می بایست این مهم را در نظر گرفت که شرایط محیطی و طول زمان استفاده از لوله عوامل بسیار مهمی در انتخاب نوع پوششها می باشند.

مراجع:

- (۱) بهرنگ خدایی، طرح تولید قطعات با پوشش گالوانیزه گرم، وزارت صنایع و معادن، ۱۳۸۵
- (۲) امیر حسینی کلورزی، آشنایی با عیوب، روشهای ترمیم و بازرسی پوششهای گالوانیزه گرم، مجتمع فولاد خوزستان، ۱۳۸۴
- (۳) استاندارد شماره ۱۲۹۱ موسسه استاندارد تحقیقات صنعتی ایران، پوششهای گالوانیزه

- 4) Kimberli J.Dunham, M.S; Preparing Hot dip galvanized steel surfaces for painting or powder coating: A primer ; 2003, American Galvanizers Association
- 5) NACE 98 Paper # 509, "Costing Considerations for Maintenance and New Construction Coating Work."
- 6) ASTM- A385, Providing high quality Zinc coatings (Hot dip),. 2006